

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-193538

(43)Date of publication of application : 14.07.2000

(51)Int.Cl.

G01L 1/14

G01L 5/00

G01L 5/16

(21)Application number : 10-370140

(71)Applicant : NITTA IND CORP

(22)Date of filing : 25.12.1998

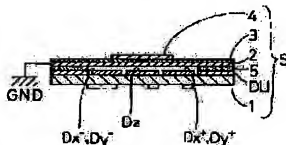
(72)Inventor : MORIMOTO HIDEO

(54) CAPACITANCE-TYPE INNER FORCE SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a sensor low in height with satisfactory sensitivity by constituting a variable capacitance part out of a substrate in which one electrode is formed and an electrode plate arranged opposingly to the electrode to be elastically deformed by squeezing, providing a potential difference between both terminals of the variable capacitance part, and changing capacitance by squeezing operation.

SOLUTION: An operating part S is formed of a circuit pattern DU, a substrate 1 in which electrodes Dx-, Dy+, Dy-, and Dz are formed, a conductive metal plate 2 arranged on the substrate 1 opposingly with gaps to the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz, a decorative film 3, an operating button 4, and an adhesive double coated tape 5 as an adhesive and a spacer. In the operating part S, a variable capacitance part is formed of the metal plate 2 and the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz. Then, capacitance is changed when the sizes of gaps between the metal plate 2 and the electrodes Dx+, Dx-, Dy+, Dy-, and Dz are changed by the push of the operating button 4.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-193538

(P2000-193538A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 1 L 1/14		G 0 1 L 1/14	A 2 F 0 5 1
5/00	1 0 1	5/00	1 0 1 Z
5/18		5/18	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平10-370140

(22) 出願日 平成10年12月25日 (1998. 12. 25)

(71) 出願人 000111085

ニッパ株式会社

大阪府浪速区桜川4丁目4番26号

(72) 発明者 森本 英夫

奈良県大和郡山市池沢町172 ニッパ株式
会社奈良工場内

(74) 代理人 100072213

弁理士 辻本 一義

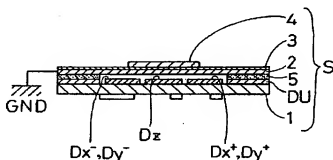
Fターム(参考) 2F051 AA21 AB08 DA01

(54) 【発明の名称】 静電容量式力覚センサ

(57) 【要約】

【課題】 感度が良好であり且つ需が低い静電容量式力覚センサを提供すること。

【解決手段】 少なくとも二つの電極が形成された基板と、押し込むことにより弾性変形し且つ前記電極と対向配置された電極板とから可変静電容量部を構成させると共に、前記可変静電容量部の両端子間に電位差を設け、前記電極板に対して押し込み操作することにより、前記可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてある。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも一つの電極が形成された基板と、押し込むことにより弾性変形し且つ前記電極と対向配置された電極板とから可変静電容量部を構成させると共に、前記可変静電容量部の両端子間に電位差を設け、前記電極板に対して押し込み操作することにより、前記可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてあることを特徴とする静電容量式力覚センサ。

【請求項 2】 基板には、 180° 間隔で設けられた二個の電極が形成されており、これら電極と電極板とにより X 軸の可変静電容量部を構成させてあることを特徴とする請求項 1 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 3】 基板には、 90° 間隔で設けられた四個の電極が形成されており、一方の対向する電極と電極板により X 軸の可変静電容量部を、他方の対向する電極と電極板により Y 軸の可変静電容量部を、それぞれ構成させてあることを特徴とする請求項 1 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 4】 90° 間隔で設けられた四個の電極により囲まれた基板部分に中央の電極を形成し、前記中央の電極と電極板とにより Z 軸の可変静電容量部を構成させてあることを特徴とする請求項 3 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 5】 電極板が、導電性を有する金属板であるか、弾性を有する板材の片面に導電性を有する金属箔を形成した板状体であるか、又は導電性ゴム板であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 6】 X 軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら同時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものであり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ % が変化するようにしてあることを特徴とする請求項 2 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 7】 X・Y 軸別々にそれぞれの軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設けると共にこれら同時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものであり、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ % が変化するようにしてあることを特徴とする請求項 3 記載の静電容量式力覚センサ。

【請求項 8】 ロジック IC が、排他的論理和回路であることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の静電容量式力

覚センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、静電容量式力覚センサに関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の静電容量式力覚センサとしては、例えば図 10 に示すようなものがある。この力覚センサは、図 10 に示すように、電極 $Dx+$ 、 $Dx-$ 、 $Dy+$ 、 $Dy-$ 、 Dz を有する基板 90 と、円形の皿状に形成され且つ前記基板 90 と小間隔を設けて配置された電極板 D と、前記電極板 91 の中央部に立設されたスティック 91 とから構成されており、電極 $Dx+$ 、 $Dx-$ 、 $Dy+$ 、 $Dy-$ 、 Dz に電圧をかけたと共に電極板 D を接地するようにしている。また、前記センサでは、図 12 に示すような電子回路（ブロック図）を具備させてあり、電極板 D と電極 $Dx+$ 、 $Dx-$ 、 $Dy+$ 、 $Dy-$ 、 Dz との間の静電容量を電圧として出力できるようにしてある。

【0003】 このセンサは上記のような構成であるから、例えばスティック 91 の X 軸方向の傾倒操作により図 11 に示すように、電極板 D と電極 $Dx+$ との隙間が小さくなってこれら相互間の静電容量が増加すると共に、電極板 D と電極 $Dx-$ との隙間が大きくなってこれら相互間の静電容量が減少する。そして、上記電子回路により、電極板 D と電極 $Dx+$ 相互間の静電容量と対応する電圧 V1 と、電極板 D と電極 $Dx-$ 相互間の静電容量と対応する電圧 V2 との差がアンプ回路により増幅され、電圧として出力される。

【0004】 したがって、この力覚センサを使用し、操作力の方向とカーソルの移動方向とを対応させ、操作力の大きさとカーソルの移動速度とを対応させるようにすれば、例えばコンピュータのポインティングデバイスを構成させることができる。

【0005】 しかしながら、上記力覚センサは、スティック 91 の存在によりあまり薄くできないという問題がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 そこで、この発明では、感度が良好であり且つ嵩が低い静電容量式力覚センサを提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】（請求項 1 記載の発明）この発明の静電容量式力覚センサは、少なくとも一つの電極が形成された基板と、押し込むことにより弾性変形し且つ前記電極と対向配置された電極板とから可変静電容量部を構成させると共に、前記可変静電容量部の両端子間に電位差を設け、前記電極板に対して押し込み操作することにより、前記可変静電容量部の静電容量が変化するようにしてある。

（請求項 2 記載の発明）この発明の静電容量式力覚セン

3

サは、請求項 1 記載の発明に関して、基板には、180° 間隔で設けられた二個の電極が形成されており、これら電極と電極板とにより X 軸の可変静電容量部を構成させてある。

(請求項 3 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 1 記載の発明に関して、基板には、90° 間隔で設けられた四個の電極が形成されており、一方の対向する電極と電極板とにより X 軸の可変静電容量部を、他方の対向する電極と電極板とにより Y 軸の可変静電容量部を、それぞれ構成させてある。

(請求項 4 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 3 記載の発明に関して、90° 間隔で設けられた四個の電極により囲まれた基板部分に中央の電極を形成し、前記中央の電極と電極板とにより Z 軸の可変静電容量部を構成させてある。

(請求項 5 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の発明に関して、電極板が、導電性を有する金属板であるか、弾性を有する板材の片面に導電性を有する金属箔を形成した板状体であるか、又は導電性ゴム板であるものとしてい

る。

(請求項 6 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 2 記載の発明に関して、X 軸の各可変静電容量部に固定抵抗を組み合わせて二つの時定数回路を設け、共にこれら二時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものとされており、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ%が変化するようにしてある。

(請求項 7 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 3 記載の発明に関して、X・Y 軸別にそれぞれ二つの時定数回路を設け、共にこれら二時定数回路からの出力をロジック IC に入力するものとし、更に、各時定数回路に位相をずらせた方形波又は正弦波の入力クロックを入力したものとされており、電極板への押し込み力による可変静電容量部の静電容量の変化に伴う時定数回路の時定数の変化に応じて、ロジック IC の出力クロックのデューティ%が変化するようにしてある。

(請求項 8 記載の発明) この発明の静電容量式力覚センサは、請求項 6 又は 7 記載の発明に関して、ロジック IC が、排他的論理和回路である。

【0008】この発明の静電容量式力覚センサの機能については、以下の発明の実施の形態の欄で詳述する。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に従って説明する。

(実施形態 1) 図 1 及び図 2 は静電容量式力覚センサの

4

操作部 S を示し、図 3 は静電容量式力覚センサを構成する電子回路 K を示している。以下に操作部 S 及び電子回路 K を詳述する。

〔操作部 S について〕操作部 S は、図 1 や図 2 に示すように、回路パターン DU 及び電極 D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_z が形成された基板 1 と、電極 D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_z とギャップを設けて対向すべく基板 1 上に配置された導電性を有する金属箔 2

(課題を解決するための手段の欄に記載の電極板と対応する) と、前記金属箔 2 の上面を被覆する化粧フィルム 3 と、前記化粧フィルム 3 の上面に貼設された低い操作ボタン 4 と、前記回路パターン DU とこれに対応する金属箔 2 部分とを接合し且つスペーサとして機能する両面テープ 5 とから構成されている。

【0010】ここで、この操作部 S では、金属箔 2 と電極 D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_z とにより、図 3 に示されている可変静電容量部 C_{x+}、C_{x-}、C_{y+}、C_{y-}、C_z が形成されており、操作部 S に力が作用しない状態においては、機械的対称性から〔可変静電容量部 C_{x+} の静電容量〕＝〔可変静電容量部 C_{x-} の静電容量〕、〔可変静電容量部 C_{y+} の静電容量〕＝〔可変静電容量部 C_{y-} の静電容量〕、〔可変静電容量部 C_z の静電容量〕＝〔固定静電容量部 C_z の静電容量〕となるように設定してある。そして、金属箔 2 と電極 D_{x+}、D_{x-}、D_{y+}、D_{y-}、D_z と相互間のギャップの大きさが変化したときには静電容量が変化するようにしている。

〔静電容量式力覚センサを構成する電子回路 K について〕静電容量式力覚センサを構成する電子回路 K は、図 3 に示すように、上段の X 軸回路 K1 と、中段の Y 軸回路 K2 と、下段の Z 軸回路 K3 から構成されている。

【0011】X 軸回路 K1 は、図 3 に示すように、可変静電容量部 C_{x+}、C_{x-} をそれぞれ固定抵抗 R1、R2 と組み合わせて時定数回路 T1、T2 を構成すると共に、これら時定数回路 T1、T2 からの出力を EX-OR ロジック IC (符号 IC1) の入力部に接続しており、更に、各時定数回路 T1、T2 に位相をずらせた方形波 (正弦波でもよい) の入力クロック CL11、CL12 を入力したものとしている。

【0012】Y 軸回路 K2 は、図 3 に示すように、可変静電容量部 C_{y+}、C_{y-} をそれぞれ固定抵抗 R3、R4 と組み合わせて時定数回路 T3、T4 を構成すると共に、これら時定数回路 T3、T4 からの出力を EX-OR ロジック IC (符号 IC2) の入力部に接続しており、更に、各時定数回路 T3、T4 に位相をずらせた方形波 (正弦波でもよい) の入力クロック CL21、CL22 を入力したものとしている。

【0013】Z 軸回路 K3 は、図 3 に示すように、可変・固定静電容量部 C_z、C_z をそれぞれ固定抵抗 R5、R6 と組み合わせて時定数回路 T5、T6 を構成す

ると共に、これら時定数回路 T5、T6 からの出力を EX-OR ロジック IC {符号 IC3} の入力部に接続しており、更に、各時定数回路 T5、T6 に位相をずらせた方形波（正弦波でもよい）の入力クロック CL11、CL12 を入力したものである。

【0014】なお、上記固定抵抗の抵抗値は $R1=R2$ 、 $R3=R4$ 、 $R5=R6$ としてあり、これにより、操作部 S に力が作用しない状態において、回路 K1～回路 K3 の入力端子に接続されている積分回路の時定数を等しくしてある（回路パターンに発生する抵抗、容量成分は無視する）。

【静電容量式力覚センサの機能について】今、図 4 に示す如く可変静電容量部 Cx+ の電極間ギャップが小さくなるように操作ボタン 4 を押すと、同図に示すように、（可変静電容量部 Cx+ の電極間ギャップ）<（可変静電容量部 Cx- の電極間ギャップ）となる。

【0015】一般に静電容量 = $\epsilon \times (s/d)$ *

*（ ϵ ：誘電率、 s ：電極面積、 d ：電極間ギャップ）が成立するので、（可変静電容量部 Cx+ の静電容量）>（可変静電容量部 Cx- の静電容量）となる。なお、（可変静電容量部 Cy+ の静電容量）、（可変静電容量部 Cy- の静電容量）も変化するが、機械的対称性によりその変化はほぼ等しくなる。

【0016】また、図 5 に示す如く操作ボタン 4 を押すと、可変静電容量部 Cz+ の電極間ギャップが小さくなる。この場合、可変静電容量部 Cx+、Cx-、Cy+、Cy- の電極間ギャップについても小さくなるが、その量は可変静電容量部 Cz+ に比べて少ない。

【0017】ここで、操作ボタン 4 の押し込み操作による可変静電容量部 Cx+、Cx-、Cy+、Cy-、Cz+ の変化についてまとめると、表 1 のようになる。

【0018】

【表 1】

操作ボタンに 加える力の位置	静電容量の変化				
	CX+	CX-	CY+	CY-	CZ+
DX+との対向部	++	※	+	+	+
DX-との対向部	※	++	+	+	+
DY+との対向部	+	+	++	※	+
DY-との対向部	+	+	※	++	+
DZ+との対向部	+	+	+	+	++

++：大きく増加する

+: 少し増加する

※: 押し方により不定だが変化は少ない（どちらとも言えない）

【0019】操作ボタン 4 を押し込む方向にだけ考えたが、何らかの方法で逆に操作ボタン 4 を引けば、静電容量の変化は表 1 に示したものと逆になる。

【0020】また、図 3 の回路の動作を考えると、タイムチャートは図 6 のようになる。入力クロック CL12 は入力クロック CL11 に比べて Δt だけ位相が遅れている。このため時定数 $R1 \times (Cx+) =$ 時定数 $R2 \times (Cx-)$ であるが EX-OR ロジック IC {符号 IC1} から (c) の如く入力クロック CL11、CL12 の位相差に応じたパルスが出力される（無負荷時）。

【0021】今、操作ボタン 4 を図 4 に示すように押し込むと、可変静電容量部 Cx+ の静電容量が大きく変化して、回路の時定数は $\{(Cx+) + \Delta C1\} \times R1 >$

$\{(Cx-) + \Delta C2\} \times R2$ となり、B 点の電圧波形 (b) は電圧波形 (b') のように大きく変化する。しかし、A 点の電圧波形 (a) はほとんど変化せず、電圧波形 (a') となる。

【0022】EX-OR ロジック IC {符号 IC1} では上記 A 点、B 点での電圧波形の変化に対応して (c') の出力のように出力パルスの時間幅が $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ だけ増加する。この $\Delta t1$ 、 $\Delta t2$ は操作ボタン 4 を押し込む強さや方向に対応する。このことは Y 軸回路 K2 を構成する EX-OR ロジック IC {符号 IC2} の出力、Z 軸回路 K3 を構成する EX-OR ロジック IC {符号 IC3} の出力についても同様である。

【0023】したがって、各 EX-OR ロジック IC

〔符号 1C1, 1C2, 1C3〕からは、操作ボタン 4 を押し込む方向と強さに応じたデューティのバルスが出力される。なお、この出力バルスはローパスフィルタを通すことにより簡単にアナログ電圧に変換できる。

【0024】以上のことから、図 7 に示すように、適切な処理回路やコンピュータのデバイスドライバを用意すれば、コンピュータ用のカーソル座標制御装置に供することができる。

〔実施形態 2〕この実施形態 2 の静電容量式力覚センサでは、図 8 に示すように、上記実施形態 1 の操作部 S の化性フィルム 3 及び操作ボタン 4 に対応する部分を、シリコンゴムにより一体的に形成したゴム部材 6 としてあり、当該ゴム部材 6 を金属板 2 に接着剤 7 で接着している。そして、この実施形態 2 では、ハウジング H U と固定部 F とにより操作部 S を厚み方向に扶持するようにしてある。

【0025】なお、上記した金属板 2 を、金属箔又は導電性ゴムにかえたものとすることができる。

〔実施形態 3〕この実施形態 3 の静電容量式力覚センサでは、操作部 S が図 9 に示すように、逆皿状に形成した金属板 2 を、基板 1 上に形成した回路パターン D U に両面テープ 5 により貼設するようにしたものとしてある。

【0026】

〔発明の効果〕この発明は上記構成を有するものであるから以下の効果を奏する。

【0027】発明の実施の形態段の説明から明らかに、感度が良好であり且つ誤が低い静電容量式力覚センサを提供できた。

〔図面の簡単な説明〕

〔図 1〕この発明の実施形態 1 の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

〔図 2〕前記操作部を構成する基板上に形成された電極及び回路パターンの平面図。

〔図 3〕前記静電容量式力覚センサの電子回路の説明

図。

〔図 4〕前記操作部の操作ボタンを押し込んだ状態を示す断面図。

〔図 5〕前記操作部の操作ボタンを押し込んだ状態を示す断面図。

〔図 6〕前記静電容量式センサの入力クロック、出力クロック等の関係を示す説明図。

〔図 7〕前記静電容量式力覚センサをコンピュータ用のカーソル座標制御装置として利用する場合のブロック

図。

〔図 8〕この発明の実施形態 2 の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

〔図 9〕この発明の実施形態 3 の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

〔図 10〕先行する技術の静電容量式力覚センサの操作部の断面図。

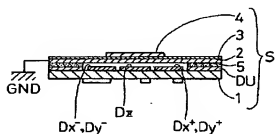
〔図 11〕先行する技術の静電容量式力覚センサの操作部を操作したときの断面図。

〔図 12〕先行する技術の静電容量式力覚センサの電子回路の説明図。

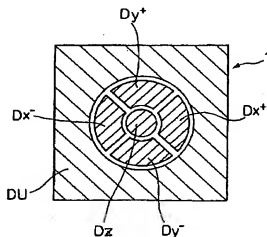
〔符号の説明〕

1	基板
2	金属板
Dx+	電極
Dx-	電極
Dy+	電極
Dy-	電極
Dz+	電極
Cx+	可変静電容量部
Cx-	可変静電容量部
Cy+	可変静電容量部
Cy-	可変静電容量部
Cz+	可変静電容量部
Cz-	固定静電容量部

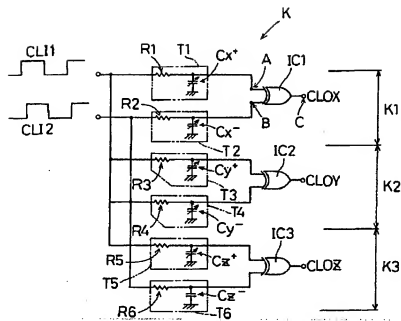
【図 1】



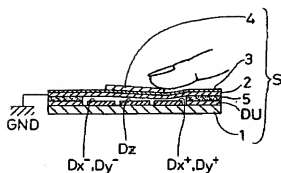
【図 2】



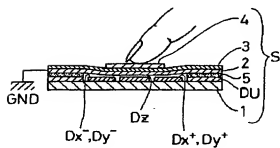
【図3】



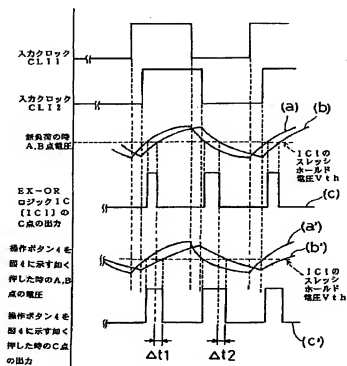
【図4】



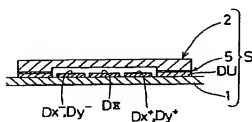
【図5】



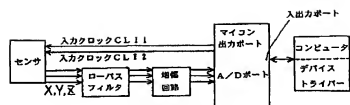
【図6】



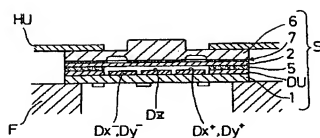
【図9】



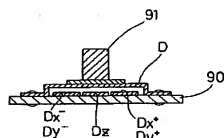
【図 7】



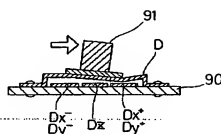
【図 8】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

